

# ウェアラブル脳波計を用いた 個人認証に関する基礎的検討

富山県立大学工学部 電子・情報工学科4年  
麻生 到

# 目次

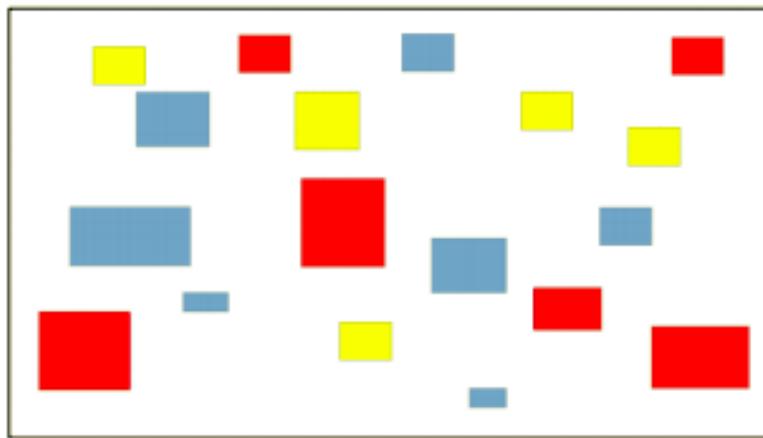
- ・はじめに
- ・個人認証システム
- ・今後の展望

# はじめに

本研究の目的

ウェアラブル脳波計を用いた簡易的な個人認証システムの構築

前回までの研究内容



数えるといったタスクを用いた個人認証

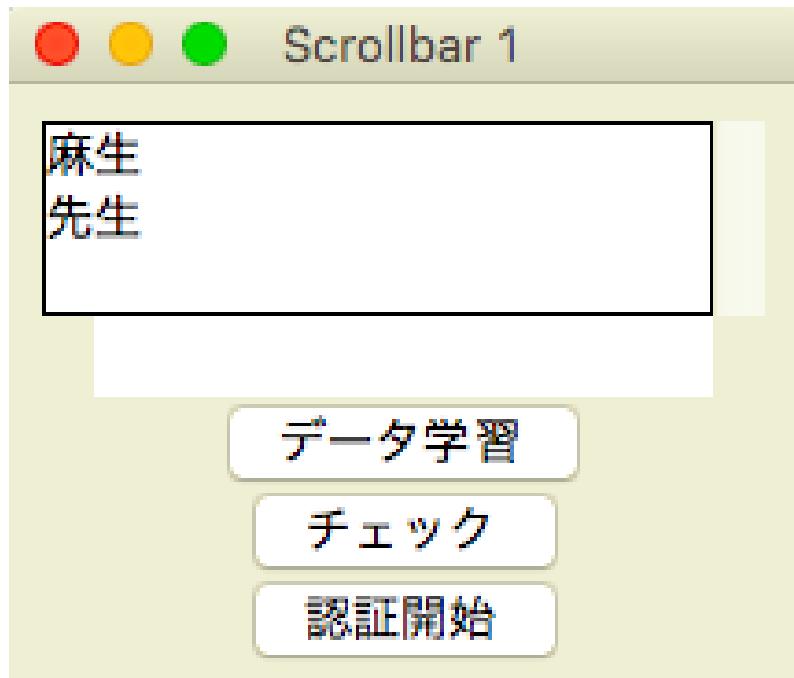
現在の研究内容



じゃんけんゲームを用いた個人認証

# 個人認証システム

## GUI



データ学習

新しいユーザを登録するために、脳波データを取得する

チェック

じゃんけんゲームを行い、脳波が取得できているかを確認する

認証開始

後出しじゃんけんによる脳波から個人認証をおこなう

# 個人認証システム

## チェック

じゃんけん・ぽんの合図スライドを用いてじゃんけんゲームを行う

ユーザの脳波データからユーザがなにを出すかを予測してじゃんけんに勝てるようなシステム

## 認証

同じものをだしてください



勝ち・負け・引き分け

それぞれランダムの9パターン

グー・チョキ・パー

# 個人認証システム

## データ収集



2s

じゃんけん画像が表示されてから1秒間の  
データを1セットのデータとして扱う

OpenBCI(ウェアラブル脳波計)のサンプリング周波数が125Hz



1秒間に125個のデータを取得できる

本研究では、高速フーリエ変換を用いるため1チャンネルあたり  
128個のデータを収集する

8チャンネルを用いているため  
 $128 \times 8$ 個のデータを1セットとして解析する

# 個人認証システム

## 特徴量抽出

### 周波数解析

1チャンネルごとデータ128個を高速フーリエ変換

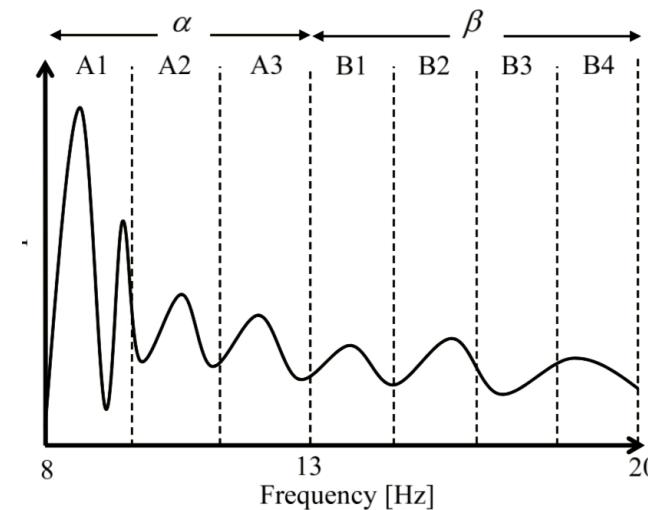
高速フーリエ変換によって、得られた実部  $Re$  と虚部  $Im$  からパワースペクトルを求める

$$\sqrt{Re_a^2 + Im_a^2}$$

### 正規化

一定の周波数帯におけるパワースペクトルの合計で各パワースペクトルを割る

### 周波数分割



# 個人認証システム

特徴量抽出

最終的な特徴量

分割した周波数帯ごとに、正規化を行う



各周波数帯ごとのパワースペクトルの平均

1チャンネルにつき、7個の特徴量となり、  
1セットのデータあたり、 $7 \times 8$ 個の特徴量となる

機械学習による判別

本研究では、ランダムフォレストを採用した

- ・ メリット

分散処理が可能であり、計算量が少ない  
特徴量の重要度を計算できる  
大規模な教師データの分析に適している

- ・ デメリット

SVMに対して複雑なデータでは汎化性能が劣る

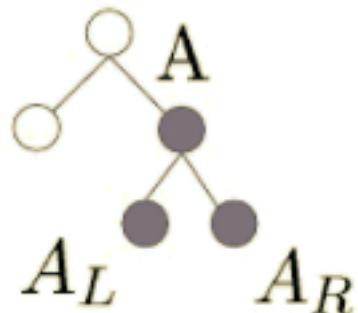
多くの研究では、SVMを採用している研究が多い

## 個人認証システム

# ランダムフォレスト

# 複数の決定木を構成して識別などを 行う機械学習アルゴリズム

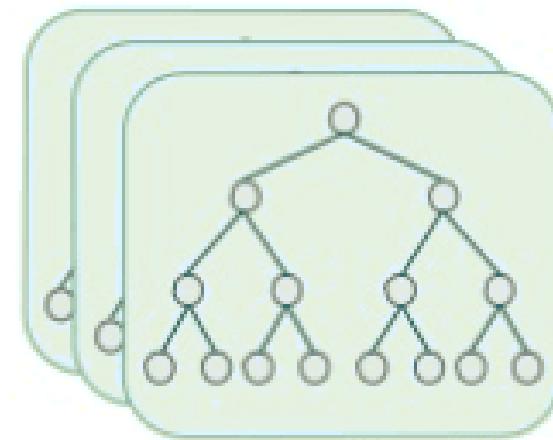
# 決定木



## 情報利得 $\Delta I$ を最大にする

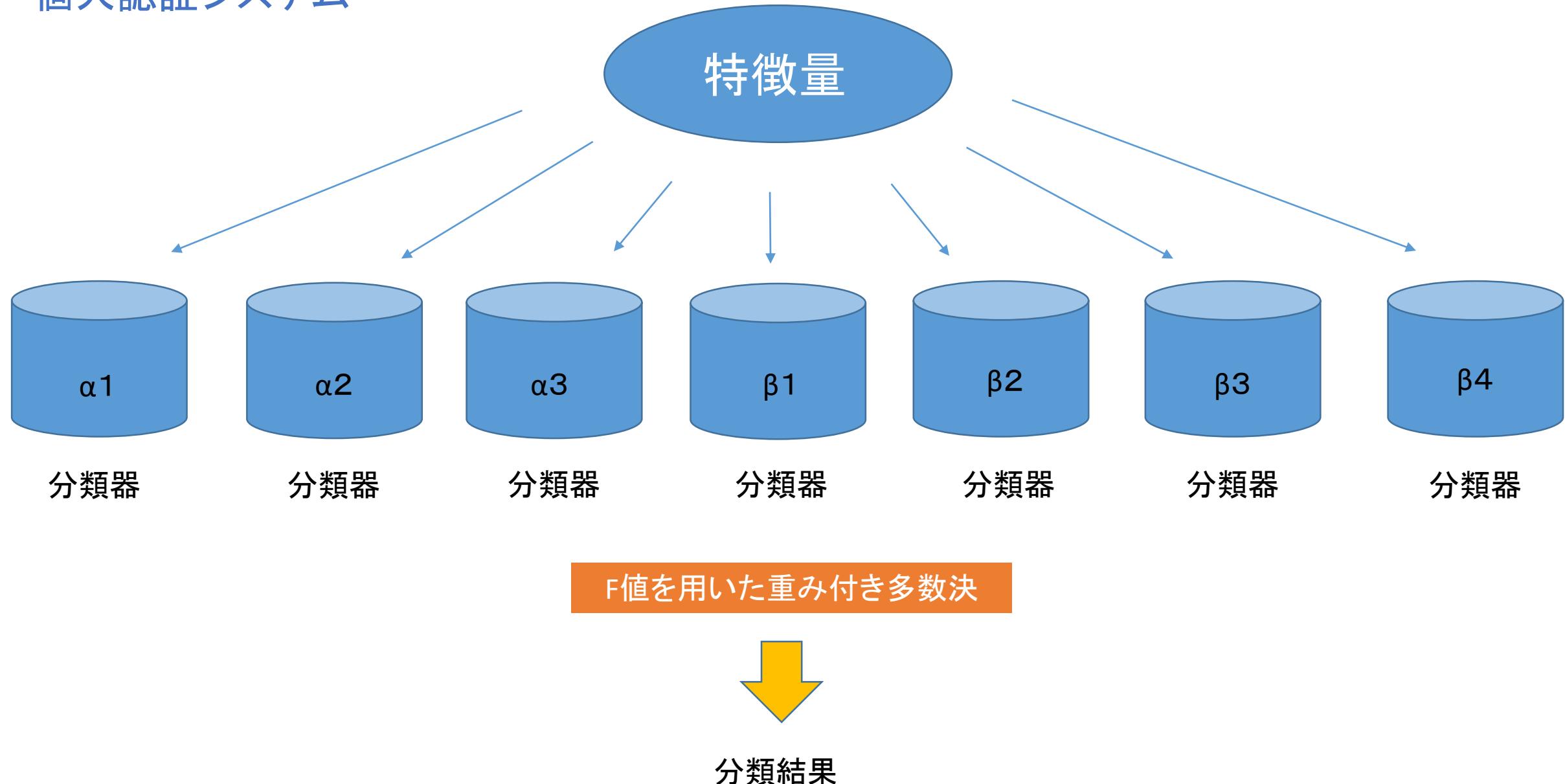
$$\Delta I = P(A)I(A) - P(A_L)I(A_L) - P(A_R)I(A_R)$$

$$\text{ジニ係数} : I(A) = 1 - \sum_k p(k|A)^2$$



## 複数の決定木を作成して、 多數決により、結果を予測する

# 個人認証システム



# 個人認証システム

## ランダムフォレストに用いるパラメータ探索

クロスバリテーションにより、求めたパラメータ

探索範囲

指標: エントロピーかジニ係数

深さ: 1から6

決定木の数: 10,20,50,80,100,200,1000

周波数帯	指標	木の深さ	決定木の数
$\alpha_1$	ジニ係数	2	80
$\alpha_2$	ジニ係数	2	20
$\alpha_3$	ジニ係数	5	100
$\beta_1$	ジニ係数	2	200
$\beta_2$	ジニ係数	1	10
$\beta_3$	エントロピー	4	100
$\beta_4$	ジニ係数	1	50

# 個人認証システム

周波数帯	F値
$\alpha_1$	0.389
$\alpha_2$	0.389
$\alpha_3$	0.222
$\beta_1$	0.333
$\beta_2$	0.333
$\beta_3$	0.222
$\beta_4$	0.222

7つの分類器でそれぞれ予測し、F値を求める

○ F値

適合率(正と予測したデータのうち、実際に正だった割合)と再現率(正であるもののなかから、正と予測されたもの)の調和平均

これらのF値を重みとして用いて、多数決により最終的な識別結果を求める

F値 : 0.389

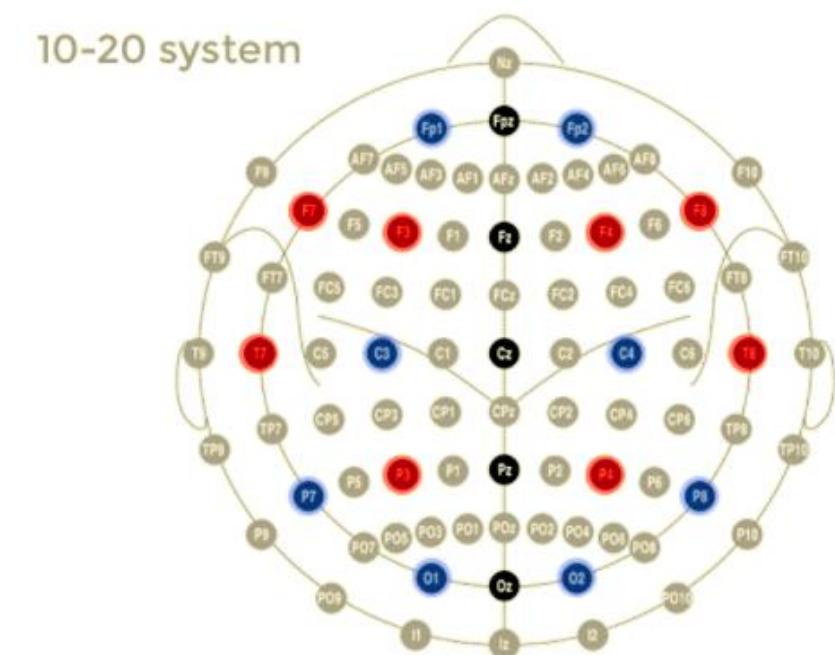
# 個人認証システム

ランダムフォレストでは、説明変数の重要度も求めることができる



8つのチャンネルのうち、各チャンネルの重要度を求める

	Fp1	Fp2	C3	C4	P7	P8	O1	O2
$\alpha_1$	0.101	0.158	0.174	0.115	0.064	0.118	0.154	0.136
$\alpha_2$	0.196	0.144	0.124	0.083	0.073	0.150	0.080	0.149
$\alpha_3$	0.203	0.095	0.153	0.009	0.008	0.128	0.120	0.117
$\beta_1$	0.165	0.111	0.129	0.119	0.101	0.131	0.123	0.117
$\beta_2$	0.197	0.130	0.154	0.050	0.077	0.131	0.099	0.165
$\beta_3$	0.089	0.142	0.202	0.077	0.084	0.162	0.124	0.116
$\beta_4$	0.122	0.131	0.167	0.120	0.089	0.132	0.102	0.132



## 今後の展望

- ・ チェックのじゃんけんゲームの実装
- ・ 学習データを増やすことで、精度の向上を目指す